Aus der physiologisch-chemischen Abteilung
des Physiologischen Instituts der Universität Rostock.

Beiträge zur Frage nach der katalatischen Wirkung des Blutes

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Gert Francke
aus Berlin-Adlershof

Rostock
Carl Hinstorffs Hofbuchdruckerei
1930

Referent: Prof. Dr. F. v. Krüger.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät.

MEINEN ELTERN

IN LIEBE UND DANKBARKEIT GEWIDMET

Schon kurze Zeit nach der Entdeckung des Wasserstoffsuperoxyds wurde die Beobachtung gemacht, daß die verschiedenen pflanzlichen und tierischen Gewebe die Fähigkeit besitzen, Hydroperoxyd in Wasser und Sauerstoff zu zerlegen. Es war im Jahre 1819, wo Thenard[1]) nach seinen ausgedehnten Arbeiten über die wasserstoffsuperoxydspaltende Wirkung des Blutes die Ansicht aussprach, daß besonders das Blutfibrin durch eine starke diesbezügliche Wirkung ausgezeichnet sei. Eine derartige katalytische Wirkung des Fibrins fanden später auch Gianuzzi[2]) und andere und bestätigten damit die Beobachtung von Thenard.

Bald stellte sich jedoch heraus, daß nicht das Fibrin das wasserstoffsuperoxydspaltende Agens darstellt, sondern daß den Formelementen des Blutes und unter diesen vornehmlich den Erythrozyten diese Eigenschaft zukommt und die von den Leukozyten ausgehende Wirkung so gering ist, daß sie praktisch nicht in Betracht kommt. Blutplasma bzw. -serum haben sich gegenüber dem Wasserstoffsuperoxyd als wirkungslos erwiesen.

Des weiteren handelte es sich nun um die Lösung der Frage, ob etwa das Hämoglobin oder dessen eisenhaltige Komponente, wie Schönbein[3]) meinte, als der Träger der katalytischen Wirkung anzusehen sei. Al. Schmidt[4]), Bergengrün[5]), Ville und Moitessier[6]) und andere stellten fest, daß umkristallisiertes Hämoglobin nur eine verschwindend geringe Wirkung auf Hydroperoxyd ausübt.

---

1) Thenard: Nouv. observ. sur l'eau oxygenée. Ann. de chim. et phys. **11**, 86 (1819).

2) Gianuzzi: Einwirkung der Eiweißkörper auf Wasserstoffsuperoxyd. Arch. Anat. u. Physiolog. **24**, 443 (1865).

3) Schönbein: Ueber die katalytische Wirkung organ. Materien usw. J. f. prakt. Chem. Bd. **89**, 323, 1863.

4) Al-Schmidt: Neuere Untersuch. über die Faserstoffgerinnung. Pflügers Arch. **6**, 413 (1872).

5) Bergengrün: Ueber die Wechselwirkung zwischen Wasserstoffsuperoxyd und verschiedenen Protoplasmaformen. Inaug.-Diss. Dorpat 1888.

6) Ville u. Moitessier: Sur les princ. de compos. l'eau oxygen. cont. dans les hématies. C. r. Soc.-Biol. **55**, 1126 (1903).

In diesem Zusammenhange sei auch erwähnt, daß Wu[7]) in einer im Jahre 1923 erschienenen Arbeit sich dagegen dahin ausspricht, daß das Hämoglobin und seine eisenhaltigen Derivate Wasserstoffsuperoxyd spalten, wobei die katalytische Kraft mit ansteigender Alkalinität zunimmt.

Kultjugin[8]) unterzog nun in neuerer Zeit die Frage nach der hydroperoxydspaltenden Wirkung des Hämoglobins einer eingehenden Untersuchung. Er benutzte dabei zwei Wege:

Zunächst untersuchte er die Wirkung reinen, ein- bis viermal umkristallisierten Hämoglobins auf Wasserstoffsuperoxyd. Dabei zeigte sich, daß Lösungen von ein- und zweimal umkristallisiertem Hämoglobin eine nur geringfügige katalytische Eigenschaft besitzen, jedoch solche nach drei- und viermaliger Umkristallisation hergestellte die wasserstoffsuperoxydzersetzende Fähigkeit völlig eingebüßt haben. Offenbar beruht die katalytische Wirkung nach der ersten und zweiten Kristallisation auf einer Verunreinigung der Kristalle.

Weiterhin fällte er aus einer Lösung gewaschener roter Blutkörperchen das Hämoglobin mit Hilfe von Chloroform aus und untersuchte den Hämoglobinniederschlag wie auch das klare farblose Filtrat. Hierbei ergab sich, daß das aus der Erythrozytenlösung ausgeschiedene Hämoglobin nur spurenweise Hydroperoxyd zersetzte, während das hämoglobinfreie Filtrat eine äußerst energische wasserstoffsuperoxydspaltende Wirkung entfaltete.

Somit dürfte es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die katalytische Eigenschaft der roten Blutkörperchen nicht auf das Hämoglobin, sondern auf ihr Stroma zurückzuführen ist.

Loew[9]) hat als erster klar ausgesprochen, daß es sich um ein besonderes Enzym handelt, das ausschließlich „katalytische Funktion" hat. Es gelang ihm, dieses Ferment, für das er den Namen „Katalase" prägte, zunächst aus Tabakblättern, sodann aus jedem atmenden Gewebe zu isolieren. Er betrachtete es als zusammengesetzt, bestehend aus zwei Fraktionen, einem unlöslichen Nukleoproteid, der α-Katalase,

7) Wu, Hsien: Studies on hemoglobin IV. The catalase activity of hemoglobin and derivatives. Journ. of biochem. Bd. 2 Nr. 2 S. 195—205 (1923).

8) Kultjugin: Ueber die Kataloseeigenschaft des Oxyhämoglobins. Biochem. Zeitschr. **167**, 238 (1926).

9) Loew: A new enz. of gener. occur. Dep. Agricult. Washington Rep. Nr. 68 (1900).

und einer in Wasser löslichen Albumose, der β-Katalase. Doch ist trotz rastloser Arbeit auf dem Gebiete der Kataloseforschung die Frage noch nicht geklärt, ob es sich überhaupt um einen Eiweißkörper handelt oder nicht. Es herrscht auch bis zum heutigen Tage über die wahre chemische Natur noch völlige Unklarheit.

Was nun die biologische Bedeutung der Katalase betrifft, so sind hier eine Fülle von Theorien aufgestellt worden, von denen einige Erwähnung finden mögen. Auf Grund der experimentell bisher allein festgestellten Wirkung, der Zerlegung von H_2O_2, stellt Wieland[10]) nur das Wasserstoffsuperoxyd in den Mittelpunkt seiner Anschauungen über den Zweck der Katalase. Letztere dient, wie er meint, dazu, das im Organismus überschüssig gebildete H_2O_2 — das in den Geweben selbst, nach Loew gerade wegen der Katalasewirkung, noch nicht hat nachgewiesen werden können — in H_2O und O zu spalten, und schreibt ihr somit eine entgiftende Funktion zu.

Ewald[11]) vertritt die Ansicht, daß die Katalase bei der Sauerstoffabgabe seitens des Oxyhämoglobins zu intervenieren habe, und zwar insofern, als sie aus dem Oxyhämoglobin molekularen Sauerstoff in Freiheit setze, der dann den Geweben zur Verfügung gestellt und dort — vermutlich durch die Oxydase — aktiviert wird.

Die zurzeit im allgemeinen herrschende Anschauung ist die, daß die Katalase die Aufgabe hat, die schädlichen Ueberschüsse an Hydroperoxyd — vielleicht auch an „organischen" Peroxyden[12 13]) — zu eliminieren, nachdem diese ihre Rolle im Zellstoffwechsel gespielt haben. Man glaubt fernerhin Grund zu der Annahme zu haben, daß Katalase- und Oxydasewirkung nichts miteinander zu tun haben, daß jedoch die Katalase für den normalen Ablauf und die Regulation der Oxydationen von maßgebender Bedeutung ist. Im ganzen betrachtet ist die biologische Bedeutung der Katalase unbekannt, und es bleibt vorläufig nichts anderes übrig, als sich auf die Tatsache zu beschränken, daß die Katalase Wasserstoffsuperoxyd angreift.

---

10) Wieland: Ueber den Mechanismus der Oxydationsvorgänge. Ber. der Deutsch. Chem. Ges. Jg. 54 Nr. 9 S. 2353—2376 (1921).

11) Ewald, W.: Phys. der oxyd. Blutf. Arch. d. ges. Physiol. (Pflüger) Bd. **116**, S. 334 (1906).

12) Burnett: Physiol. Abstr. **7**, 1922.

13) Burnett: Katalase Univ. Calif. Public. Physiol. **5**, 1921.

So wird denn auch die Wirksamkeit der Katalase an der Menge H_2O_2 gemessen, die sie zersetzt. Hierfür stehen drei Methoden zur Verfügung: die gasvolumetrische, die jodometrische und die Permanganatmethode. Letztere hat in der von Bach und Zubkowa[14]) für die Blutkatalase ausgearbeiteten Form, wo nur geringe Blutmengen benötigt werden, wegen ihrer leichten Ausführbarkeit und Exaktheit weitgehende Verbreitung gefunden.

Im folgenden sei die von diesen Autoren ursprünglich benutzte Methode kurz wiedergegeben: Zu 1 ccm einer Blutlösung (1:1000) werden 7 ccm Wasser, 2 ccm einer 1-proz. Wasserstoffsuperoxydlösung hinzugefügt, sodann dieses Gemisch bei einer Temperatur von 37° C eine halbe Stunde lang im Thermostaten stehen gelassen und nach Zusatz von 3 ccm 10-proz. Schwefelsäure die Tritration mit n/10-Kaliumpermanganatlösung angeschlossen. Gleichzeitig wird eine Kontrollprobe mit derselben Blutlösung, nachdem sie vorher zur Zerstörung des Fermentes bis zum Sieden erhitzt worden war, unter denselben Bedingungen angestellt. Aus der Differenz des Kaliumpermanganatverbrauches für die inaktive (gekochte) und aktive Blutlösung wird die Menge des durch 1 cmm Blut zersetzten Wasserstoffsuperoxyds berechnet.

Im weiteren Verfolg ihrer Arbeiten machten Bach und Zubkowa die Beobachtung, daß die Reaktionsgeschwindigkeit der Blutkatalase bei einer Temperatur von 15—17° C eine weit größere war als bei 37°, d. h. daß bei letzterer Temperatur in derselben Zeit bedeutend geringere Mengen Wasserstoffsuperoxyd zersetzt wurden. Sie meinten, die Ursache für diese Erscheinung sei darin zu suchen, daß bei erhöhter Temperatur die Intensität der auf die Katalase zerstörend wirkenden Protease zunehme. Sie gestalteten daher, um die Katalase- und Protease-Wirkung gleichzeitig bestimmen zu können, ihre oben erwähnte Methode folgendermaßen um[15]): „3 Erlenmeyerkolben (a), (b) und (c) werden mit je 7 ccm Wasser beschickt. (a) erhält 1 ccm gekochte Blutlösung, (b) und (c) erhalten je 1 ccm aktive Blutlösung. (a) und (b) werden bei 17°, (c) bei 37° eine Stunde lang stehen gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit läßt man (c) auf

---

14) Bach u. Zubkowa: Ueber die Fermentzahlen des Blutes. I. Quantitative Bestimmung der Katalase, der Protease, der Peroxydase und Esterase in einem Bluttropfen. Biochem. Zeitsch. **125**, S. 283 (1921).

15) a. a. O. S. 287.

17° abkühlen, gibt in alle drei Kolben je 2 ccm 1-proz. Hydroperoxydlösung (Merck), läßt noch eine halbe Stunde bei 17° stehen, säuert dann mit je 3 ccm 10 %iger Schwefelsäure an und titriert mit $\frac{n}{10}$-Permanganatlösung bis zur Rosafärbung. Die Differenz zwischen (a) und (b) ergibt, auf H_2O_2 cmm umgerechnet, die Hydroperoxydmenge, die durch 1 cmm aktive Blutlösung bei 17° zerlegt wurde (Katalasezahl). Die Differenz zwischen (a) und (c) ergibt die Peroxydmenge, welche durch die bei 37° gehaltene aktive Blutlösung zerlegt wurde. Die Differenz zwischen der bei 17° zerlegten H_2O_2-Menge und der bei 37° zerlegten ergibt in Milligramm H_2O_2 die Abnahme der Katalasewirkung unter dem Einflusse der Protease (Proteasezahl)."

Die Katalasezahl ist somit, nach Bach und Zubkowa, die in Milligramm H_2O_2 ausgedrückte Peroxydmenge, die durch 0,001 ccm Blut unter den angegebenen Bedingungen bei 17° C gesetzt wird.

Die Proteasezahl ist die in Milligramm H_2O_2 ausgedrückte, durch vorangehendes Erwärmen der Blutlösung auf 37° hervorgebrachte Abnahme der Katalase-Wirkung.

Da, wie oben schon ausgeführt, die Katalase den Erythrozyten entstammt, so ist es ohne weiteres verständlich, daß die Intensität ihrer Wirkung in einem direkten Abhängigkeitsverhältnis zu der Zahl der roten Blutkörperchen des betreffenden Blutes steht. Daher schuf van Thienen[16]) den Begriff „Katalaseindex", der durch den Quotienten $\frac{\text{Katalasezahl}}{\text{Blutkörp.-Zahl in Mill.}}$ ausgedrückt wird. Oder mit anderen Worten:

Der Katalaseindex ist diejenige Zahl, die angibt, eine wie große Wasserstoffsuperoxydmenge, in Milligramm, durch eine Million roter Blutkörperchen zersetzt wird.

Im Laufe der Zeit sind die Einflüsse der verschiedensten Faktoren chemischer und physikalischer Natur auf die Katalase wie das Verhalten der Katalase selbst vielfach untersucht worden.

So haben Senter[17]), Michaelis und Pechstein[18]),

16) van Thienen: Klinische Untersuchungen über die Blutkatalase. Inaug.-Diss. Groningen 1917 zit. nach Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkungen, Bd. 2 (1926).

17) Senter, G.: Zeitschr. f. physik. Chem. 44, 257; 51, 673 1908.

18) Michaelis, L., u. Pechstein: Biochem. Zeitschr. 53, 320.

wie Kultjugin[19]) gezeigt, daß die Elektrolyte eine je nach ihrer Art und dem Grade ihrer Konzentration verschiedene hemmende Wirkung auf die Katalaseaktivität ausüben. Während, z. B., nach Kultjugin $NaNO_3$ bereits bei einer Konzentration von 0,00001 Mol die katalatische Kraft um etwa 6,4 % herabsetzt, zeigt NaCl das gleiche Phänomen erst bei weit höherer Konzentration, und zwar bei einer solchen von 0,0001 Mol, wo die Katalasewirkung eine Abschwächung von nur etwa 1,5 % erfährt. $NaNO_3$ hebt in einer Stärke von 0,1 Mol die wasserstoffsuperoxydspaltende Fähigkeit der Katalase vollständig auf, wogegen Sulfate hier eine kaum merkliche Wirkung entfalten.

Zur Illustrierung dieser Verhältnisse möge folgende Tabelle dienen, in der einige Ergebnisse, wie sie von Kultjugin[20]) bei seinen Untersuchungen über den Einfluß der Elektrolyte auf die Katalaseaktivität ermittelt worden sind, zusammengestellt sind. Der größeren Deutlichkeit und Anschaulichkeit wegen ist die Aktivität der Hauptkontrollversuche mit der Zahl 100 ausgedrückt und mit den entsprechenden Zahlen die Katalaseaktivität unter anderen Bedingungen bezeichnet.

Tabelle I.

Katalaseaktivität beim Vorhandensein von Elektrolyten in der Konzentration.

Elektrolyte	Ohne Elektrolyte	0,00001 Mol	0,0001 Mol	0,001 Mol	0,01 Mol	0,1 Mol
Na_2SO_4	100,0	98,70	97,85	96,61	96,17	97,00
K_2SO_4	100,0	100,0	99,12	99,12	98,28	99,53
NaCl	100,0	100,0	98,60	96,06	77,39	38,55
$NaNO_3$	100,0	94,64	77,20	30,77	8,03	0,00
KNO_3	100,0	97,22	80,06	32,84	9,80	0,00

Die oben genannten Autoren wie auch Weichardt und Apitzsch[21]) vertreten insgesamt die Ansicht, daß die durch die Elektrolyte bedingte Hemmung der Katalaseaktivität vor allem den Anionen zuzuschreiben ist.

In diesem Zusammenhange sei auch erwähnt, daß nach

19) Kultjugin: Biochem. Zeitschr. **211**, 133, 1929.

20) a. a. O.

21) Weichardt u. Apitzsch: Ueber Fermentanregung Biochem. Zeitschr. **90**, 337, 1918.

Michaelis und Pechstein[22]) der Höhepunkt der Katalasewirkung nicht beim isoelektrischen Punkt, sondern nach der alkalischen Seite bei einem p_H von 8,5—9 gelegen ist.

Daß auch die Menge des bei der Bestimmung der Katalase hinzugesetzten Hydroperoxyds bezüglich der Reaktionsgeschwindigkeit nicht ohne Bedeutung ist, geht aus den Ergebnissen von Gagarina und Jankowsky[23]) und Golzow und Jankowsky[24]) klar und deutlich hervor, die auch mit den von v. Krüger[25]) gewonnenen übereinstimmen. Bei ihren Untersuchungen benutzten die Ersteren — unter gleichzeitiger Verwendung eines Zusatzes von Aethylalkohol als „Philokatalase" — die Methode von Bach und Zubkowa, es variierte in den einzelnen Bestimmungen nur die Menge des Zusatzes der 1-proz. Perhydrollösung. Ein Blick auf die nunmehr folgende Tabelle, in der die Mittelwerte aus den Versuchen von Golzow und Jankowsky errechnet sind, zeigt, daß bei Zusatz von 5 und 6 ccm der 1-proz. Perhydrollösung die Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds ihr Maximum erreicht, um bei höherer Konzentration wieder abzunehmen.

Tabelle II.

	Katalasezahl
2 ccm 1 % H_2O_2 7 ccm H_2O 1 ccm Blutlösung	18,07
3 ccm 1 % H_2O_2 6 ccm H_2O 1 ccm Blutlösung	23,75
4 ccm 1 % H_2O_2 5 ccm H_2O 1 ccm Blutlösung	25,98
5 ccm 1 % H_2O_2 4 ccm H_2O 1 ccm Blutlösung	26,81

22) a. a. O.

23) Gagarina u. Jankowsky: Zurnal eksperiment. biologii i mediciny 1926 Nr. 7 S. 33. — Ber. a. d. ges. Physiol. u. experiment. Pharmak. **37,** 193 (1926).

24) Golzow u. Jankowsky: Zur Methodik der Bestimmung des Blutkatalasegehalts. Biochem. Zeitschr. **185,** 63.

25) v. Krüger: Arb. wird demnächst in der Biochem. Zeitschr. erscheinen.

	Katalasezahl
6 ccm 1 % H_2O_2 3 ccm H_2O 1 ccm Blutlösung	27,35
7 ccm 1 % H_2O_2 2 ccm H_2O 1 ccm Blutlösung	26,15
8 ccm 1 % H_2O_2 1 ccm H_2O 1 ccm Blutlösung	25,69
9 ccm 1 % H_2O_2 1 ccm Blutlösung	24,69

Gegenüber der Einwirkung höherer Temperaturen läßt die Katalase je nach ihrer Herkunft ein verschiedenes Verhalten erkennen. Spitzer[26]), Abelous[27]) wie Liebermann[28]) machten die Feststellung, daß in wässeriger Lösung die Wirksamkeit der Katalase tierischen Ursprungs bei etwa 70° C vollständig erlischt. Nach Senter[29]) wird in wässeriger Lösung die Blutkatalase durch Erhitzen bis zu 65° bei einer Dauer von 15 Minuten vollständig zerstört.

Interessant sind auch die Untersuchungen F. v. Krügers[30]), die er über den Einfluß des Defibrinierens des Blutes auf die Katalaseaktivität angestellt hat, wobei ihm Menschen-, Kaninchen-, Meerschweinchen-, Katzen- und Hundeblut als Versuchsobjekte dienten. Auf Grund seiner Ergebnisse kommt er zu dem Schluß, daß das Defibrinieren des Blutes ohne jeden Einfluß auf das katalatische Vermögen desselben ist, und auch ferner das Aufbewahren defibrinierten Blutes während 24 Stunden den Kataleseindex und die Katalasezahl nicht beeinträchtigt.

---

26) Spitzer: Die Bedeutung gewisser Nukleoproteide für die oxydative Leistung der Zelle. Pflüg. Arch. **67,** 615, 1897.

27) Abelous: Sur la présence dans l'organisme animal d'un ferment soluble décomposant H_2O_2. Soc. de Biol. **328** (1899).

28) Liebermann: Versuche über Wasserstoffsuperoxydkatalyse mit einigen Extrakten tierischen Ursprungs. Pflüg. Arch. **104,** 203, 1904.

29) Senter: Das wasserstoffsuperoxydzersetzende Enzym d. Blutes I. Zeitschr. f. Phys. Chem. **44,** 257 (1903).

30) a. a. O.

Von Batelli und Stern[31]) ist erstmalig die Beobachtung gemacht worden, daß in verdünnten Blutlösungen, die man bei Zimmertemperatur stehen läßt, schnell eine Herabsetzung der katalatischen Wirkung eintritt. Steppuhn und Timofejewa[32]) konnten diese Feststellung restlos bestätigen und dahin erweitern, daß der Prozeß der Kataleseabnahme in den ersten 30 Minuten am größten ist, dann immer langsamer wird, um sich nach 2 Stunden auf einem nahezu gleichbleibenden Niveau zu halten. Ferner vertreten sie die Ansicht, daß der Grad des „Katalaseschwundes" in einer gewissen Abhängigkeit zu der Verdünnung des Blutes stehe, was auch Gagarina und Jankowsky[33]) betonen. Letztere beobachteten in einer konzentrierteren Blutlösung (1:25 bis 50) während der Dauer von 30 Minuten keine Abnahme der katalatischen Kraft, wohingegen in verdünnteren Blutlösungen (1:500 bis 1000) eine solche absolut deutlich in die Erscheinung trat. Auch von Seiten Kultjugins[34]) finden alle diese Ergebnisse ihre Bestätigung.

Dieser bediente sich bei seinen Versuchen Menschen-, Kaninchen- und Meerschweinchenblutes und ging in der Weise vor, daß er die Verminderung der Katalaseaktivität im Verlauf von 5 Stunden verfolgte und dabei die Temperatur von 17 ° C streng innehielt. Er kommt dabei zu dem Schluß: „Die Abnahme der Katalasewirkung beträgt im Mittel bei Menschenblut während der ersten $2^1/_2$ Stunden 3,3 % und nach 5 Stunden 5,4 %, bei Kaninchenblut 5,4 und 11,3 % und bei Meerschweinchenblut 14,4 und 23,8 %."

In neuerer Zeit sind von Kultjugin und Sawostjanoff[35]) weitgehendere Untersuchungen über die Katalaseaktivität beim Aufbewahren verdünnter Blutlösungen ausgeführt worden, wobei ein aus den Erythrozyten der Katze gewonnenes Katalasepräparat benutzt wurde. Es ergab sich, „daß die Aktivität der Katalase im Laufe der Beobachtungszeit bis zu 24 Stunden abnimmt, wobei die intensive Abnahme auf die ersten 4 Stunden fällt". Es wurde

---

31) Batelli u. Stern: Ergebn. d. Physiol. **10,** 531 1910.

32) Steppuhn u. Timofejewa: Biochem. Zeitschr. **136,** 213.

33) a. a. O.

34) Ueber die Abnahme der Katalasewirkung des Blutes beim Aufbewahren. Biochem. Zeitschr. **167,** 241.

35) Kultjugin u. Sawostjanoff: Biochem. Zeitschr. **211,** 131, 1929.

bei Zimmertemperatur (20° C) untersucht. Im Mittel betrug die Abnahme der Kataleaseaktivität nach 4 Stunden 31,7 %, nach 14 Stunden 41,2 % und nach 24 Stunden 51,4 %.

Batelli und Stern[36][37]) nehmen an, daß im Blute neben der Katalase noch Stoffe vorhanden sind, welche die katalatische Wirkung hemmen. Sie bezeichnen sie mit dem Namen „Antikatalase", über deren Natur sie jedoch nichts weiteres auszusagen vermögen. Da nun aber auch eine Reaktivierung der durch die „Antikatalase" unwirksam gewordenen Katalase stattfindet, so nehmen sie ferner an, daß es neben der „Antikatalase" noch ein besonderes Agens, die „Philokatalase", gibt. Die Intensität der Wirkung der Katalase muß nach ihnen abhängig sein von der Wechselwirkung der genannten Stoffe.

Es wäre nun an sich ohne weiteres denkbar, daß die Abnahme der Katalaseaktivität beim Aufbewahren von Blutlösungen auch auf ein antikatalatisches Moment zurückzuführen ist. Bach und Zubkowa[38]) geben für diese Erscheinung jedoch eine andere Erklärung.

Sie sagen: „Daß beim Auffangen des Blutes in destilliertem Wasser sämtliche Fermente der Formelemente, darunter auch die Protease, in Lösung gehen, unterliegt keinem Zweifel. Sofort nach dem Heraustreten der Fermente fängt die Protease an, auf die Katalase einzuwirken, und ihre Wirkung, die Abnahme der Wirksamkeit der Katalase hervorbringend, nimmt mit steigender Temperatur von 0° bis auf 47° zu. Je höher die Versuchstemperatur ist, je schneller also die Proteasewirkung verläuft, desto geringer gestaltet sich die Katalasewirkung."[39]) Die Methode, die sie für ihre Bestimmung verwandten, ist auf S. 8 bereits erwähnt worden. Ferner stellten auch Steppuhn und Timofejewa[40]) Untersuchungen über die Ursache der Kataleaseabnahme in verdünnten Blutlösungen an und suchten zu ermitteln, in welchem Anteil des Blutes — ob im Serum oder den roten Blutkörperchen — das betreffende Agens enthalten ist. Zu diesem Zweck wurde Blut defibriniert, mit Hilfe der Zentrifuge Blutkörperchen und Serum von einander getrennt, die Blutkörperchen mit physiologischer Kochsalzlösung ge-

36) Batelli u. Stern: Archivio di Fisiologia **2**, 471, 1905.

37) Batelli u. Stern: Recherches sur la Philocatalase et .... Journ. de Physiol. et de Pathol. générale **7**, 957, 1905.

38) Bach u. Zubkowa: Biochem. Zeitschr. **125**, 283.

39) a. a. O. S. 285.

40) Steppuhn u. Timofejewa: Biochem. Zeitschr. **146**, 108, 1924.

waschen und die Katalasezahl sofort und nach einiger Zeit bestimmt. Um von der Bach'schen Methode Gebrauch machen zu können, benutzten sie mit Rücksicht darauf, daß das Serum einen nur minimalen und praktisch zu vernachlässigenden Katalasegehalt besitzt, und die Katalase des Gesamtblutes an den roten Blutkörperchen haftet, das Serum in einer Verdünnung 1:100 und die Erythrocyten in einer solchen von 1:5000. Ueber ihre Versuchsergebnisse, zu deren besserer Veranschaulichung die von den Autoren aufgestellte Tabelle hier wiedergegeben sei, sprechen sich Steppuhn und Timofejewa folgendermaßen aus:

Tabelle III.

	Katalasezahl				
	Serum 1 : 100	Erythrocyt. 1 : 5000	Serum 1 : 100	Erythrocyt. 1 : 12500	Serum 1 : 100
Sofort	1,2	6,0	2,2	12,9	2,0
Nach 1 St. b. 37° C	1,4	4,0	2,1	11,2	2,0

„Wie ersichtlich, spielt sich die Katalaseverarmung nur in der Lösung roter Blutkörperchen ab, Serum enthält zwar geringe Mengen Katalase, die entsprechende Zahl bleibt aber nach Verlauf einer Stunde auf demselben Niveau. Dieses widerspricht umsomehr der Annahme, daß es die Blutproteasen sind, welche die Katalase angreifen, da ja gerade das Serum alle Arten der Proteasen enthält, ausgeschwemmte Organproteasen inbegriffen. Es hätte der Zweifel auftauchen können, daß bei der Serumverdünnung 1:100 das Antitrypsin die Proteasenwirkung hemmt — dann müßte durch Wegschaffung der Proteasehemmung die Proteasewirkung sich offenbaren." Auch nach dieser Richtung hin sind unter Anwendung der Jöbling'schen [41]) Methode von den Autoren Ermittelungen angestellt worden, die zum Ergebnis hatten, daß auch die Tryptasen nicht auf die Katalase in Blutlösungen einwirken. Ziehen wir nun das Facit aus diesen Untersuchungen, so ergibt sich, daß Steppuhn und Timofejewa aufs Entschiedenste die Proteasewirkung als Erklärung für die Abnahme der katalatischen Wirksamkeit verdünnter Blutlösungen ablehnen und sich hiermit in schärfsten Gegensatz zu den Anschauungen von Bach und Zubkowa setzen.

41) Jöbling, S. W., u. Petersen, Fr.: Zeitschr. f. Immun. Bd. 1, 23, 71 (1914); Chem. Ber. 1915, I, 904.

Von von Krüger und Schuhknecht[42]) wird in ihrer Arbeit „Ueber die katalatische Wirkung des Blutes verschiedener Wirbeltiere" gezeigt, daß die katalatische Wirkung des Blutes verschiedener Tierarten außerordentlich verschieden ist, und daß selbst bei Tieren einer und derselben Ordnung inbezug auf Katalase-Zahl und -Index starke Abweichungen bestehen.

In der vorliegenden Arbeit wurde mir nun die Aufgabe zuteil, das Verhalten der Katalase in Lösungen defibrinierten Bluts, gewaschener Blutkörperchen und gewaschener Blutkörperchen mit Zusatz von Spontan- bzw. durch Zentrifugieren gewonnenem Serum zu verfolgen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf Katzen-, Meerschweinchen-, Kaninchen- und Menschenblut und wurden nach der auf den S. 8 und 9 wiedergegebenen Methode von Bach und Zubkowa durchgeführt.

Ehe jedoch an die eigentlichen Untersuchungen herangegangen werden konnte, war es notwendig festzustellen, ob nicht etwa das in der Suspension der gewaschenen roten Blutkörperchen enthaltene Kochsalz auf die katalatische Wirksamkeit des Blutes einen Einfluß ausübt.

Zu diesem Zwecke wurden aufgestellt:

I. 2 Proben mit gekochter Blutlösung (1:1000),
II. 2 Proben mit aktiver Blutlösung (1:1000),
III. 2 Proben mit aktiver Blutlösung (1:1000) und Kochsalzzusatz.

Die Proben sub I und II wurden genau nach der Vorschrift von Bach und Zubkowa bereitet, d. h. es wurden in ein Becherglas 7 ccm aqu. dest. abgemessen, dann 1 ccm der Blutlösung 1:1000 hinzugetan und 30 Minuten bei 20° C stehen gelassen[43]). Nach der angegebenen Zeit wurden 2 ccm einer 1-proz. Perhydrollösung, nach weiteren 30 Minuten 3 ccm 10-proz. Schwefelsäure zugesetzt und dann sofort titriert. Die Proben sub III unterscheiden sich von den Proben sub II nur durch einen größeren Kochsalzgehalt, weisen aber im übrigen dieselbe Zusammensetzung auf. Da diese Proben annähernd denselben Koch-

42) v. Krüger u. Schuhknecht: Zeitschr. f. vergl. Physiol. Bd. 8, 3.—4. Heft 1928.

43) Die Zeit wurde hier wie in allen späteren Versuchen vom Augenblick der Herstellung der Blutlösungen 1 : 1000 an gerechnet. Ebenso wurden auch sämtliche vorgenommenen Untersuchungen bei einer Temperatur von 20° C. durchgeführt.

salzgehalt haben sollten wie die Proben, die in den späteren Versuchen aus den Suspensionen der durch Waschen mit 1,5-proz. Kochsalzlösung von Serum befreiten Blutkörperchen bereitet wurden, ging ich in zu beschreibender Weise vor, indem ich mich von folgendem Gesichtspunkt leiten ließ:

Die Grundannahme, von der ich ausging, war die, daß im Blute das Mengenverhältnis von Blutkörperchen und Serum durchschnittlich 1:1 ist, daß somit in einer Blutlösung 1:1000 auf 1 ccm Lösung 0,5 cmm Blutkörperchen und 0,5 cmm Serum kommen. In den späteren Untersuchungen über die katalatische Wirkung gewaschener Blutkörperchen sollte möglichst das gleiche Verhältnis zwischen Blutkörperchen und Flüssigkeit (1½-proz. Kochsalzlösung) erhalten bleiben. Zu diesem Zwecke wurde zum Waschen der roten Blutkörperchen ein bestimmtes Volumen Blut genommen und nach dem Waschen die Suspension der reinen abzentrifugierten Erythrozyten mit 1,5-proz. Kochsalzlösung nach Möglichkeit auf dasselbe Volumen gebracht (was übrigens nicht immer genau durchgeführt werden konnte). Unter diesen Umständen enthält 1 cmm der Suspension 0,0000075 g = 0,000000128 Mol Kochsalz. Das ist nun diejenige Menge Na Cl, die bei den vorliegenden Versuchen zu den Proben bei der Aufstellung zur Katalasebestimmung hinzugesetzt werden mußte.

Diese Proben wurden nun wie folgt bereitet: in ein Becherglas wurden 6 ccm Wasser abgemessen, dazu 1 ccm der Blutlösung (1:1000) und 1 ccm einer 0,00075-proz. Kochsalzlösung hinzugefügt, 30 Minuten stehen gelassen und im weiteren wie oben angegeben verarbeitet.

Aus der folgenden

Tabelle IV.

Versuchsobjekt	Katalasezahl	
	Ohne NaCl-Zusatz	Mit NaCl-Zusatz
Mensch$_1$	16,10	16,10
Mensch$_2$	15,93	15,93
Mensch$_3$	16,45	16,45
Katze$_1$	10,85	10,85
Katze$_2$	14,70	14,70

ist ersichtlich, daß durch den gewählten Kochsalzzusatz auch nicht im mindesten eine Hem-

mung oder überhaupt eine Beeinflussung der Katalaseaktivität eintritt, wie denn auch Kultjugin (s. Tab. I) ermittelt hat, daß eine solche erst bei 0,0001 Mol NaCl in Erscheinung tritt.

Nach diesen Vorversuchen konnten die eigentlichen Untersuchungen in Angriff genommen werden, die sich folgendermaßen gestalteten:

Etwa 12—15 ccm Blut wurden beim Menschen durch Punktion einer Armvene, bei den Tieren teils aus der freigelegten Carotis, teils durch Herzpunktion gewonnen. Zirka 4 ccm davon wurden der spontanen Gerinnung überlassen, der Rest wurde defibriniert. Von diesem defibrinierten Blut kamen 2—3 ccm zur Aufbewahrung in ein gut verschließbares Kölbchen, um jedwede Wasserverdunstung zu vermeiden. Ein Teil der noch verbleibenden Blutmenge wurde in ein Zentrifugenröhrchen gebracht, mit 1,5-proz. NaCl-Lösung versetzt und sodann bei 1500 Umdrehungen pro Minute 20—25 Minuten hindurch zentrifugiert. Hierauf wurde die über dem sedimentierten Blut stehende Flüssigkeit vorsichtig abgegossen, durch Kochsalzlösung ersetzt und in ihr unter Umschütteln die Blutkörperchen aufgeschwemmt. Diese Prozedur wurde sodann noch zweimal wiederholt, so daß man die Gewißheit haben konnte, das Serum nahezu vollständig entfernt zu haben.

Der Rest des defibrinierten Blutes wurde zur Gewinnung von Serum mittels der Zentrifuge verwandt.

Es kamen zur Bestimmung:

I. eine inaktive (gekochte) Lösung von defibriniertem Blut (1:1000),
II. eine aktive Lösung von defibriniertem Blut (1:1000),
III. eine Lösung (1:1000) der Aufschwemmung gewaschener roter Blutkörperchen,
IV. eine Lösung (1:1000) der Aufschwemmung gewaschener roter Blutkörperchen mit Zusatz von Spontanserum,
V. eine Lösung (1:1000) der Aufschwemmung gewaschener roter Blutkörperchen mit Zusatz von durch Zentrifugieren erhaltenem Serum.

Die Proben unter I, II und III wurden genau nach den Angaben von Bach und Zubkowa aufgestellt, während für IV und V in die Bechergläser statt 7 ccm H_2O 6 ccm abgemessen wurden, zu denen 1 ccm der Erythrozytenlösung 1:1000 und 1 ccm eines verdünnten Serums (1:2000) hinzugefügt wurden. Es enthielten also diese Proben dieselbe

Serummenge wie die aus dem defibrinierten Blut hergestellten. Für jede Probe wurden Doppelbestimmungen ausgeführt.

Neben der Katalasezahl wurde der Katalaseindex bestimmt, da ja nur dieser ein wirkliches Bild über die katalatische Wirksamkeit der beiden an Erythrozytenzahl infolge des Waschens natürlich nicht gleichen Blutlösungen geben kann.

Zur Bestimmung des Katalaseindexes war selbstverständlich eine Zählung der roten Blutkörperchen notwendig. Diese geschah nach Thoma-Zeiß unter Verwendung der der Hayem'schen Flüssigkeit als Verdünnungsmittel. Es wurden mindestens 100 Quadrate der Kammer durchgezählt. Das zur Zählung nötige Blut und das zur Katalasebestimmung wurde demselben Blutstropfen entnommen.

Ich will nun die Ergebnisse meiner Bestimmungen folgen lassen, und zwar der Kürze wegen in Tabellenform. In der nachstehenden Tabelle V sind angegeben: die Katalasezahl, der Katalaseindex für defibriniertes Blut (Defibr.), gewaschene rote Blutkörperchen (Gewasch.), gewaschene rote Blutkörperchen mit Spontanserumzusatz (Gew. + Spont.) und gewaschene rote Blutkörperchen mit Zusatz von durch Zentrifugieren gewonnenem Serum (Gew. + Zent.-S.).

Tabelle V.

Versuchsobjekt	Katalasezahl				Katalaseindex			
	Defibr.	Gewasch.	Gew. + Spont.	Gew. + Zent. S.	Defibr.	Gewasch.	Gew. + Spont.	Gew. + Zent. S.
Meerschweinchen								
1. „ Nr. 1	14,42	15,55	—	16,04	2,46	2,40	—	2,47
2. „ Nr. 2	11,34	8,10	8,75	8,26	1,86	1,77	1,91	1,80
3. „ Nr. 3	14,26	7,78	8,75	9,23	2,38	1,98	2,23	2,35
4. „ Nr. 4	12,47	11,99	13,53	13,37	2.39	1,95	2,20	2,18
5. „ Nr. 5	15,23	7,53	7,96	8,23	2,66	2,17	2,30	2,38
6. „ Nr. 6	12,25	11,90	11,73	11,03	2,26	2,72	2,68	2,52
7. „ Nr. 7	12,60	9,28	—	9,10	2,39	2,45	—	2,38
Kaninchen								
8. „ Nr. 1	6,64	5,83	5,99	5,83	1,57	1,61	1,65	1,61
9. „ Nr. 2	9,56	14,90	13,45	14,09	1,68	2,00	1,80	1,89
10. „ Nr. 3	14,53	8,05	8,13	7,18	2.08	2,92	2,58	2,92
11. „ Nr. 4	16,10	5,34	6,30	5,69	2,80	2,32	2,69	2,43

Versuchsobjekt	Katalasezahl				Kataloseindex			
	Defibr.	Gewasch.	Gew. + Spont.	Gew. + Zent. S.	Defibr.	Gewasch.	Gew. + Spont.	Gew. + Zent. S.
Katze								
12. „ Nr. 1	9,07	8,42	—	8,26	1,01	1,26	—	1,23
13. „ Nr. 2	15,58	8,75	8,75	8,23	2,10	2,30	2,30	2,18
14. „ Nr. 3	12,25	5,95	6,13	6,13	1,69	1,63	1,68	1,68
15. „ Nr. 4	15,66	2,45	2,45	2,45	1,69	1,32	1,32	1,32
16. „ Nr. 5	17,15	6,13	6,13	6,13	2,09	2,09	2,09	2,09
Mensch								
17. „ Nr. 1	15,23	8,23	8,40	8,40	3,34	3,03	3,09	3,09
18. „ Nr. 2	15,23	7,09	7,44	7,26	3,01	3,24	3,40	3,32
19. „ Nr. 3	16,36	19,08	18,99	19,08	3,20	3,04	3,03	3,04
20. „ Nr. 4	19,25	18,55	18,55	19,08	3,32	3,35	3,35	3,44
21. „ Nr. 5	16,10	16,63	16,63	16,63	3,13	2,84	2,84	2,84
22. „ Nr. 6	15 58	6,30	6,48	6,30	3,03	3,04	3,13	3,04
23. „ Nr. 7	19,08	14,18	14,18	14,18	3,55	3,56	3,56	3,56
24. „ Nr. 8	17,68	19,08	19,08	19,08	3,28	3,35	3,35	3,35
25. „ Nr. 9	16,10	13,83	13,83	13,83	3,16	3,20	3,20	3,20
26. „ Nr. 10	18,73	20,65	20,65	20,65	3,47	3,23	3,23	3,23

Betrachten wir nun in der Tabelle die Rubrik Kataloseindex — auf diesen kommt es ja gerade an —, so sehen wir, daß im großen und ganzen die Schwankungen zwischen den Indexzahlen innerhalb der Reihe der gleichen Tierart relativ gering sind, und in der für die entsprechende Tierart mehr oder weniger charakteristischen Größenordnung sich bewegen. In einigen Fällen ist freilich der Unterschied ein etwas größerer und dürfte wohl, da er weit außerhalb der Fehlergrenzen der Methodik liegt, durch individuelle Verschiedenheiten bedingt sein. Die in der Tabelle V angeführten Zahlen für den Kataloseindex des defibrinierten Blutes zeigen auch eine recht befriedigende Uebereinstimmung mit den früher von v. Krüger und Schuhknecht für dieselbe Tierart festgestellten Werten. Zum Vergleich ihrer Werte mit den meinigen dient folgende Tabelle.

Tabelle VI.

Tierart	Katalase-Index					
	v. Krüger und Schuhknecht			Francke		
	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel
Meerschweinchen	3,3	2,2	2,6	2,7	1,9	2,3
Kaninchen	2,1	1,7	2,0	2,8	1,6	2,0
Katze	1,8	1,5	1,7	2,1	1,0	1,6
Mensch	4,2	2,8	3,3	3,6	3,0	3,3

Vergleicht man nun in Tabelle V die Kataleseindices, die für das defibrinierte Blut und die gewaschenen roten Blutkörperchen mit und ohne Serumzusatz einer und derselben Blutprobe bestimmt worden sind, so ergibt sich ohne weiteres, daß dieselben kaum einen Unterschied aufweisen, der wesentlich über die Fehlergrenzen der Methodik hinausgeht. Man darf nicht außer Acht lassen, daß der Methode der Blutkörperchenzählung recht erhebliche Fehler anhaften (in der von mir geübten Form etwa + oder — 5 %), die sich naturgemäß bei der Berechnung des Katalaseindex auswirken müssen. Ferner ist noch hinzuzufügen, daß in den Fällen, in denen erheblichere Differenzen in den Katalaseindices beobachtet wurden, eine teilweise Hämolyse, bedingt durch das Defibrinieren und Zentrifugieren, aufgetreten war. Diese zeigte sich besonders bei den Kaninchen, deren Blutkörperchen sehr leicht verletzlich zu sein scheinen.

Uebrigens bewegen sich diese Schwankungen nach der positiven und negativen Seite, so daß bei der Aufstellung der Mittelwerte ein Ausgleich zu erwarten ist. Die Richtigkeit dieser Voraussetzung geht aus der folgenden Tabelle VII hervor.

Tabelle VII.

Versuchsobjekt	Mittelwert für den Katalaseindex			
	Defibr.	Gewasch.	Gew. + Spont.	Gew. + Zentr. Ser.
Meerschweinchen (unter Nichtberücksichtigung von Nr. 1 u. 7 in Tab. V)	2,31	2,12	2,26	2,25
Kaninchen	2,03	2,21	2,13	2,21
Katze (unter Nichtberücksichtigung v. Nr. 1)	1,84	1,80	1,81	1,79
Mensch	3,25	3,19	3,22	3,21

Man erkennt jetzt deutlich, daß zwischen den Zahlen des Katalaseindex des defibrinierten Blutes, des der gewaschenen

roten Blutkörperchen und der gewaschenen roten Blutkörperchen mit den verschiedenen Serumzusätzen keine Differenz besteht. Es ist somit der Schluß erlaubt, daß

1. durch das Waschen die roten Blutkörperchen nicht an Katalase verlieren, und daß
2. von Seiten des Serums keine Beeinflussung, wie einige Autoren sie annehmen, hervorgerufen wird.

Nach diesen Feststellungen ging ich daran, zu untersuchen, ob auch aus gewaschenen roten Blutkörperchen hergestellte Lösungen (1:1000) beim Aufbewahren das Phänomen der Katalaseaktivitätsabnahme zeigen. Das Waschen der roten Blutkörperchen geschah in derselben Weise wie in den in Tabelle V dargestellten Versuchen. Gleich nach dem Waschen wurde eine entsprechende Lösung aus der Blutkörperchensuspension hergestellt und

1. sofort nach ihrer Herstellung,
2. nach sechsstündigem und
3. nach vierundzwanzigstündigem Stehen bei Zimmertemperatur

auf ihre Katalaseaktivität untersucht. Von einer Berechnung des Katalaseindex sah ich ab, da es mir nur galt, festzustellen, ob in einer aus gewaschenen roten Blutkörperchen hergestellten, d. h. von jeglichen Serumbestandteilen freien Lösung 1:1000 beim Aufbewahren eine Abnahme der katalatischen Wirkung eintritt oder nicht. Die Ergebnisse mögen in der folgenden Tabelle VIII Platz finden.

Tabelle VIII.

Versuchsobjekt	Katalasezahl			Abnahme der katalat. Wirkung in %	
	sofort	nach 6 Stunden	nach 24 Stunden	nach 6 Stunden	nach 24 Stunden
1. Katze Nr. 1	6,48	4,90	3,50	24	46
2. „ Nr. 2	14,70	14,18	9,80	4	33
3. „ Nr. 3	6,74	6,13	4,99	9	26
4. „ Nr. 4	12,25	9,71	7,96	21	35
5 „ Nr. 5	16,10	15,40	12,43	6	23
6. Kaninchen	13,83	12,86	7,88	6	43
7. Mensch Nr. 1	13,74	12,78	10,94	7	20
8. „ Nr. 2	18,90	18,38	17,40	3	8
9. „ Nr. 3	13,83	13,21	11,38	4	18
10. „ Nr. 4	20,65	20,30	16,98	2	18
11. „ Nr. 5	16,80	16,05	14,53	4	13,5

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, geht auch in aus gewaschenen roten Blutkörperchen bereiteten entsprechenden Lösungen die Katalaseaktivität im Laufe von 24 Stunden erheblich zurück. So dürfte es wohl auf Grund der in Tab. VII und VIII niedergelegten Untersuchungsergebnisse keinem Zweifel unterliegen, daß das Serum das den „Katalase-Schwund" bedingende Agens nicht enthält, ein Schluß, zu dem auch Steppuhn und Timofejewa[44]) durch getrennte Katalasebestimmungen in Lösungen von gewaschenen Blutkörperchen und von Serum gekommen sind.

Da die Abnahme der katalatischen Wirkung nicht von der Gegenwart von Serumbestandteilen abhängig ist, sondern auch in verdünnten Lösungen von von Serum völlig befreiten roten Blutkörperchen — wie aus meinen Versuchen unzweideutig hervorgeht — beobachtet wird, können zur Erklärung dieser Abnahme meiner Ansicht nach nur folgende zwei Möglichkeiten herangezogen werden:

Entweder wird die Abnahme durch antikatalatisch wirkende Stoffe, die in den roten Blutkörperchen selbst enthalten sind und mit ihnen in Lösung gehen, bedingt,

oder es ist eine Eigentümlichkeit der Katalase selbst, in verdünnter Lösung bereits in kurzer Zeit bis zu einem gewissen Grade inaktiviert zu werden.

Zusammenfassung.

Es wurden Untersuchungen angestellt über den Einfluß kleiner Mengen von Kochsalz auf die Katalaseaktivität in verdünnten Blutlösungen 1:1000, ferner über das Verhalten der Katalase in verdünnten Blutlösungen, die aus defibriniertem Blut, aus gewaschenen roten Blutkörperchen und aus gewaschenen roten Blutkörperchen mit Zusatz von Spontan- bzw. durch Zentrifugieren erhaltenem Serum hergestellt wurden. Die Ergebnisse sind kurz folgende:

1. Ein Zusatz von Kochsalz zu einer verdünnten Blutlösung 1:1000 in einer Menge bis zu 0,00075 % übt keinen Einfluß auf deren katalatische Wirkung aus.
2. Das Waschen von roten Blutkörperchen mit 1,5-proz. Natriumchloridlösung hat keinen Einfluß auf deren katalatische Wirkung in verdünnten Lösungen.

---

44) a. a. O.

3. Ebenso ist der Zusatz von Spontan- bzw. durch Zentrifugieren gewonnenem Serum zu gewaschenen roten Blutkörperchen in einer den „Blutverhältnissen" entsprechenden Menge ohne Einfluß auf die Katalasezahl und den Katalaseindex.
4. Aus gewaschenen roten Blutkörperchen hergestellte Lösungen, die also von jedweden Serumbestandteilen frei sind, zeigen beim Aufbewahren bei einer Temperatur von 20—21° C im Verlaufe von 24 Stunden eine deutliche Abnahme der Katalaseaktivität.
5. Die Abnahme der katalatischen Wirkung in verdünnten Blutlösungen beim Stehen ist nicht durch antikatalatische Stoffe des Serums oder durch eine Zerstörung der Katalase durch die Protease, wie es von Bach und Zubkowa angenommen wird, bedingt.

Es ist mir ein Bedürfnis, am Schlusse meiner Arbeit meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Fr. v. Krüger für die Ueberweisung des Themas wie für die liebenswürdige Unterstützung bei der Anordnung der Versuche und der Zusammenstellung der Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Als Sohn des Apothekenbesitzers Dr. phil. Arthur Francke und seiner Ehefrau Mathilde, geb. Krenzlin, wurde ich, Gert Francke, am 27. April 1904 zu Berlin-Adlershof geboren. — Nach Bestehen der Reifeprüfung am Gymnasium zu Oels in Schlesien im September 1923 wandte ich mich im W.S. 1923/24 an der Universität Marburg dem Studium der Medizin zu. Im folgenden Semester suchte ich die Universität München auf, wo ich, nach Bestehen der ärztlichen Vorprüfung im Anfang des Mai 1926 bis zum Ende des S.S. 1926 verblieb. Hieran schloß sich der Besuch der Universitäten Breslau und Jena für je ein Semester und der der Universität Rostock für zwei Semester an. Die ärztliche Prüfung bestand ich vor der Prüfungskommission zu Rostock am 12. Dezember 1928. Mit dem Ableisten des praktischen Jahres begann ich am 14. Januar 1929.